

## 1.1 Latar Belakang

Saat ini untuk melakukan pertukaran informasi semakin mudah dengan adanya perkembangan teknologi. Seseorang dapat mengirimkan sebuah informasi melalui teknologi yang tersedia sehingga proses pengiriman informasi terjadi dengan cepat. Informasi yang dikirim bisa bermacam-macam berupa teks, citra, audio maupun video. Begitu juga dengan media untuk mengirimkan informasi tersebut. Namun pada perkembangan teknologi ini selain mendapatkan dampak positif, terdapat juga dampak negatif dari pertukaran informasi tersebut. Contohnya yang berkaitan dengan keamanan data atau pesan yang dikirim. Jika tidak ada metode untuk mengamanakan pesan yang dikirim maka

informasi didalam pesan tersebut bisa dicuri dan diakui kepemilikannya oleh orang lain. Maka dari itu diciptakan metode untuk menyembunyikan data, salah satunya adalah steganography. Steganography adalah seni dan ilmu untuk menyembunyikan data yang dapat berupa teks, audio, gambar, video, dll, dalam sebuah citra yang belum memiliki pesan [1]. Ada dua istilah yang sering digunakan dalam steganography, yaitu cover-image dan stego-image.

Cover-Image adalah istilah yang digunakan untuk citra yang belum memiliki pesan yang tersembunyi didalamnya, sedangkan Stego-Image istilah yang digunakan untuk citra yang telah disisipikan pesan kedalamnya.

Teknik menyembunyikan data

secara umum dibagi dalam dua kelompok, yaitu teknik spasial dan teknik menggunakan frekuensi domain. Teknik pertama menyisipkan pesan pada Least Significant Bit (LSB) dari pixel sebuah gambar. Metode ini sensitif terhadap serangan seperti lowpass filtering dan kompresi [2]. Tetapi pelaksanaannya sederhana dan kapasitasnya tinggi. Selanjutnya, metode menyembunyikan pesan ini meningkatkan sensitivitas dan imperceptibility yang ditemukan dalam domain spasial. Kelompok kedua menyisipkan pesan dalam koefisien frekuensi gambar. Metode menyembunyikan ini mengatasi masalah yang berkaitan dengan ketahanan dan imperceptibility yang ditemukan dalam domain spasial.

Dalam paper karya Raja et al [11] diperkenalkan teknik steganography dengan discrete cosine transforms berdasarkan algoritma genetika (GASDCT). Penerapan GA di steganography dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan stego image atau

imperceptibility. Kualitas gambar setelah disisipkan pesan diukur menggunakan Peak Signal to Noise Ratio(PSNR). PSNR adalah blok yang menghitung perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal dari dua buah citra.

Dalam tugas akhir ini digunakan sebuah metode untuk menyisipkan pesan dengan Discrete Cosine Transform, fungsi pemetaan dan optimasi dihitung dengan algoritma genetika di blok 4x4 pada cover image. GA diterapkan untuk optimasi kapasitas penyimpanan dan memaksimalkan PSNR.

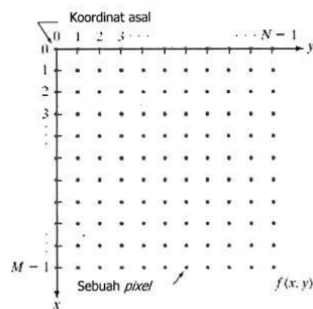
## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Citra Digital

Citra digital adalah sebuah array yang berisi nilai-nilai real maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu [14]. Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi  $f(x,y)$  berukuran M baris dan N kolom dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan f dititik koordinat  $(x,y)$  dinamakan tingkat keabuan dari

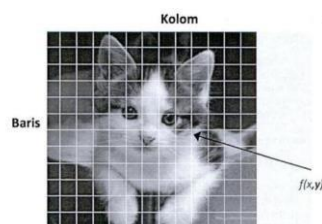
## Tinjauan Pustaka

citra pada titik tersebut. Apabila nilai  $x, y$  dan  $f$  secara keseluruhan berhingga dan bernilai diskrit maka citra tersebut bisa dikatakan citra digital [14].



Gambar 2.1: Koordinat Citra Digital

Gambar diatas menunjukkan posisi koordinat citra digital. Pixel atau elemen citra adalah nilai pada perpotongan baris dan kolom. Berikut adalah contoh dari digitalisasi citra dengan  $M=16$  baris dan  $N=16$  kolom [14].



Gambar 2.2: Ilustrasi digitalisasi citra ( $f(x,y)$  menunjukkan pixel pada koordinat  $x=10, y=7$  dengan nilai 110) [14].

## 2.2 Steganography

Steganography adalah seni dan ilmu untuk menyembunyikan informasi. Maka dari itu sistem steganography menyisipkan konten tersembunyi dalam cover media sehingga tidak menimbulkan kecurigaan pada orang-orang yang tidak bersangkutan. Di masa lalu, orang menggunakan tato tersembunyi atau tinta tak terlihat untuk menyampaikan konten steganography. Saat ini teknologi komputer dan jaringan menyediakan saluran komunikasi yang mudah digunakan untuk steganography. Pada dasarnya, proses menyembunyikan informasi dalam sistem steganography dimulai dengan mengidentifikasi bit redundant cover media (yang dapat dimodifikasi tanpa merusak medium integritasnya) [1].

Ada tiga aspek berbeda pada sistem menyembunyikan informasi: capacity, security dan robustness [1]. Capacity atau kapasitas mengacu pada banyak informasi yang dapat disembunyikan dalam media. Security atau keamanan mengacu pada seberapa besar kemampuan seseorang untuk mendeteksi pesan tersembunyi. Sedangkan robustness mengacu pada seberapa banyak modifikasi yang dapat

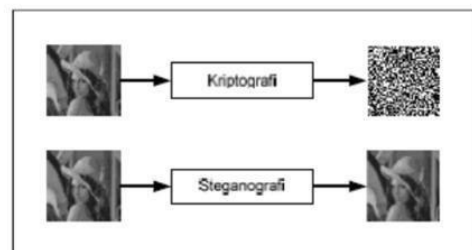
diterima cover media.

### 2.2.1 Steganography pada citra.

Steganography pada media citra mengambil keuntungan dari batas sistem visual manusia. Penyisipan secara langsung akan mengkodekan seluruh informasi kedalam citra. Metode penyisipan least significant bit (LSB) adalah metode yang paling dikenal dalam teknik steganography citra karena keuntungan dari metode ini adalah mata manusia tidak akan menyadari perubahan yang terjadi pada citra. Namun kekurangan dari metode ini adalah metode ini sensitif terhadap serangan seperti lowpass filtering dan kompresi [2]. Baru-baru ini beberapa teknik steganography sudah dikembangkan. Teknik-teknik itu menggunakan koefisien DCT untuk menyisipkan

pesan yang tersembunyi. LSB dari perhitungan koefisien DCT digunakan sebagai redundant bits. Modifikasi dari satu koefisien DCT bisa mempengaruhi se-mua pixel citra.

Steganography biasanya salah diartikan dengan kriptography. Walaupun kedua-anya mempunyai tujuan yang sama yaitu melindungi sebuah pesan atau informasi namun perbedaan pada kedua metode tersebut bisa dilihat dari hasil penyembunyian pesan dimana, jika memakai steganography citra yang tersisipi pesan atau informasi tidak akan menunjukkan perubahan pada citra.



Gambar 2.8: Ilustrasi perbedaan kriptography dan steganography [15]

## 2.3 Discrete Cosine Transform

Discrete cosine transform (DCT) adalah teknik untuk mengkonversi sinyal dari domain spasial ke domain frekuensi. Beberapa fungsi sederhana dikembangkan untuk menghitung DCT dan untuk kompres gambar. Fungsi-fungsi ini menggambarkan kekuatan dari perhitungan matematik dalam prototyping algoritma pengolahan citra. Discrete cosine transform (DCT) menggambarkan citra sebagai jumlah dari sinusoid dari berbagai besaran dan frekuensi. DCT akan mentransformasi blok 4x4 pada gambar menjadi 16 nilai yang disebut koefisien DCT.

### 2.3.1 2-D Discrete Cosine Transform

2-D DCT adalah pengembangan dari DCT 1 Dimensi, dimana 2-D diperlukan untuk mengolah sinyal pada media 2 Dimensi. Untuk matriks berukuran  $n \times m$ , berikut adalah persamaan 2-D DCT:

$$C(u, v) = \alpha(u)\alpha(v)\sum_{x=0}^{m-1}\sum_{y=0}^{n-1}f(x, y)\cos\left[\frac{\Pi(2x+1)u}{2m}\right]\cos\left[\frac{\Pi(2y+1)v}{2n}\right] \quad (2.3)$$

Sedangkan Invers dari DCT 1 Dimensi ditulis dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$f(x, y) = \sum_{u=0}^{m-1}\sum_{v=0}^{n-1}C(u, v)\alpha(u)\alpha(v)\cos\left[\frac{\Pi(2x+1)u}{2m}\right]\cos\left[\frac{\Pi(2y+1)v}{2n}\right] \quad (2.4)$$

Dimana:

$C(u)$ = Koefisien DCT 1

Dimensi  $n$ = banyaknya

suku himpunan  $x$ =indeks

koefisien

$f(x)$ = anggota ke- $x$  dari

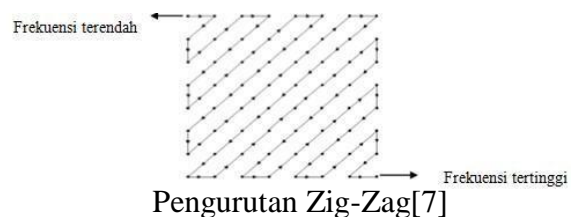
himpunan asal  $u=0,1,2,\dots,n-1$

$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{n}} & , \text{untuk } u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{n}} & , \text{untuk } u \neq 0 \end{cases}$$

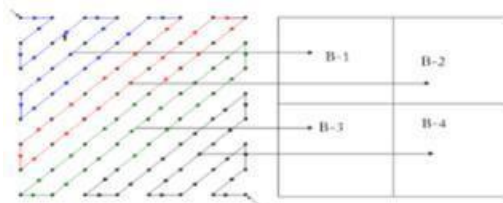
dengan:

### 2.3.3 Proses Zig-Zag

Karena hasil dari proses DCT berbeda dengan proses Discrete Wavelet Transform (DWT), dimana proses DWT dapat mengelompokkan frekuensi menjadi subbands frekuensi rendah (LL) dan frekuensi tinggi (HH), maka proses DCT memerlukan proses Zig-Zag untuk mengelompokkan subbands dari frekuensi. Proses zig-zag dilakukan pada proses penyisipan pesan dan ekstraksi citra. Pengurutan secara zig-zag ini dimulai dari koefisien paling atas di sudut kiri hingga berakhir pada ujung kanan bawah koefisien DCT[7].



Dengan pengurutan secara zig-zag, didapatkan koefisien DCT yang akan dibagi menjadi 4 subband yaitu B-1, B-2, B-3, dan B-4. Pada setiap subband akan memiliki koefisien dalam jumlah yang sama. Misal, terdapat 64 koefisien DCT, maka akan terdapat 16 koefisien pada tiap subband-nya. 16 koefisien frekuensi pertama diletakkan kedalam subband B-1, dari koefisien 17 hingga 32 diletakkan pada subband B-2, koefisien 33 hingga 48 diletakkan pada subband B-4. Subband B-1 akan terdiri atas frekuensi rendah, sedangkan untuk subband B-4 akan terdiri atas frekuensi tinggi. Hal ini ditunjukkan pada gambar berikut[7].



Gambar 2.10: Pemetaan koefisien DCT kedalam subband [7]

## 2.4 Algoritma Genetika

Pada saat inisialisasi GA membangkitkan sejumlah individu sebagai anggota populasi, secara acak atau berdasarkan suatu pengetahuan tertentu. Jumlah individu dalam populasi tersebut selalu tetap selama proses evolusi. Setiap individu

hanya memiliki satu kromosom dengan panjang yang tetap selama proses evolusi. Artinya jumlah gen dalam setiap kromosom tidak akan bertambah atau berkurang selama proses evolusi. Setiap gen hanya bisa bernilai 1 atau 0 yang pada saat inisialisasi dibangkitkan secara acak dengan probabilitas yang sama. Setiap kromosom didekodekan dan kemudian dievaluasi sehingga diperoleh nilai fitness. Nilai fitness digunakan sebagai parameter dalam pemilihan orangtua yang bersifat proporsional terhadap nilai fitness. Dua kromosom orangtua yang terpilih akan direkombinasi menggunakan metode N-point atau uniform untuk menghasilkan dua kromosom baru (anak). Pada kedua kromosom anak tersebut mungkin saja terjadi mutasi yang berupa pembalikan bit. Setelah mempunyai kromosom baru yang mempunyai jumlah yang sama dengan kromosom lama, maka kromosom lama digantikan dengan kromosom baru. Dengan bergantinya semua kromosom, maka populasi tersebut dikatakan telah menjalani proses evolusi untuk satu generasi [6].

### 2.4.1 Proses Evolusi

Berikut adalah proses evolusi pada SGA[6]:

1. Skema pengkodean  
Skema Pengkodean dilakukan dengan membangkitkan ukuran populasi yang berisi pixel-pixel yang bisa disisipi pesan.
2. Evaluasi fungsi fitness  
Fungsi fitness yang dihitung adalah PSNR yang didapatkan dari kombinasi pixel-pixel.
3. Seleksi Orang tua  
Seleksi orang tua dilakukan dengan algoritma roulette wheel. Probabilitas fungsi fitness dihitung dan masing-masing menempati potongan lingkaran pada roulette wheel.
4. Rekombinasi  
Rekombinasi atau crossover dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak dan jika bilangan acak lebih kecil dari probabilitas crossover maka crossover dilakukan.
5. Mutasi  
Mutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak dan jika bilangan acak lebih kecil dari probabilitas mutasi maka mutasi dilakukan
6. Seleksi Survivor  
Seleksi survivor adalah mendapatkan fungsi pemetaan yang memiliki PSNR yang optimal.

## 2.5 Optimal Pixel Adjustment Process

OPAP secara konseptual didefinisikan sebagai pencocokkan pixel dengan level optimalnya. Konsep dasar dari pencocokkan pixel adalah untuk memberikan nilai baru pada pixel dengan menggantinya dengan

digit rahasia. Misalnya nomor pixel dari cover image adalah 10000 (angka desimalnya adalah 16) dan vektor pesan untuk  $k=4$  bit adalah 1111, maka empat angka pada pixel akan berubah menjadi 1111, sehingga angka pixel menjadi 11111 (atau  $31 \overline{\text{dalam}} \text{ angka desimal}$ ). Jika menggunakan algoritma OPAP bit ke 5 akan berubah dari 1 ke 0 sehingga error yang ada akan berkurang 1.

## 2.6 Hiding Capacity

Data hiding adalah seni aplikasi penyisipan berorientasi informasi, seperti penyisipan hak cipta pada sinyal frekuensi tanpa menimbulkan distorsi (kerusakan) yang terlihat. meskipun definisi data hiding menekankan imperceptibility namun tantangan utamanya adalah mengkombinasi data hiding dengan ketahanan terhadap sinyal yang tersembunyi. Hiding Capacity adalah seberapa banyak kapasitas citra bisa menampung bit pesan yang disisipi [11].

## 3. Perancangan Sistem

### 3.1 Deskripsi sistem

Pada tugas akhir ini akan dibuat sebuah sistem steganography untuk menyisipkan sebuah data kedalam gambar menggunakan metode DCT, kapasitas penyimpanan gambar akan dioptimasi dengan algoritma genetika. Gambar yang dipakai untuk penyisipan adalah citra grayscale berukuran 512x512 dengan data berbentuk teks sebagai pesan yang akan disisipkan.

## 3.2 Perancangan Sistem

Sistem yang dibangun memiliki 2 proses. Yaitu proses penyisipan pesan pada citra dan ekstrasi pesan pada citra untuk mendapatkan bit-bit pesan yang telah disisipkan kedalam citra. Berikut adalah diagram alir yang menjelaskan tentang proses penyisipan pesan atau Embedding process serta proses ekstrasi pesan atau extraction process.

### 3.2.1 Embedding Process

Langkah-langkah proses penyisipan pesan:

1. Bagi Cover image kedalam Blok 4x4. Citra dengan ukuran 512x512 di bagi kedalam blok-blok berukuran 4x4 untuk

memudahkan proses DCT.

2. Cari representasi domain frekuensi dari blok-blok tersebut dengan DCT dan dapatkan 4 subbands yang terdiri dari LL1, HL1, LH1, dan HH1 melalui proses zig-zag.
3. Generate kromosom dengan 16 gen yang berisi nomor pixel dari setiap blok 4x4 sebagai fungsi mapping.
4. Masukkan bit pesan di koefisien DCT tiap pixel berdasarkan fungsi mapping. Untuk memilih nilai dari k, citra di evaluasi dari k=3 sampai 6. k yang bernilai 1 atau 2, menghasilkan kapasitas menyembunyikan yang rendah dengan kualitas visual tinggi dari stego image dan k yang bernilai 7 atau 6 menghasilkan kapasitas menyembunyikan yang tinggi dan kualitas visual yang rendah.
6. Algoritma Genetika diterapkan pada saat penyisipan pesan. Evaluasi fitness dilakukan untuk memilih fungsi mapping terbaik.
7. Gunakan Optimal Pixel Adjustment Process pada citra



untuk mengoptimal-isasi penyimpanan.

8. Hitung invers DCT 2D dari setiap blok.

### 3.2.2 Embedding Process

Langkah-langkah proses penyisipan pesan:

1. Bagi cover image kedalam blok 4x4.
2. Ekstrak koefisien transform domain dengan DCT 2D.
3. Gunakan fungsi yang didapatkan dalam fase penyisipan dan cari sekuensi pixel untuk ekstraksi.
4. Ekstrak k-LSBs pesan rahasia dalam setiap pixel.

## 4. Analisis Hasil

### 4.1. Menerapkan Algoritma Genetika dalam mengoptimasi kapasitas penyimpanan stego-image

Algoritma genetika diterapkan saat mapping function dilakukan, evaluasi fitness dilakukan untuk memilih mapping function terbaik. Algoritma genetika menyisipkan bit pesan kedalam koefisien dct secara random sehingga tidak ada perbedaan yang

signifikan yang terlihat pada citra yang telah tersisipi pesan dengan citra asli.

### 4.2 Mendapatkan Performasi

#### Algoritma Genetika dalam mengoptimasi kapasitas penyimpanan Stego-image

Algoritma genetika digunakan untuk mendapatkan fungsi mapping yang optimal untuk mengurangi perbedaan error antara cover-image dan stego-image. Maka dari itu performasi Algoritma Genetika dalam mengoptimasi kapasitas penyimpanan Stego-Image bisa dilihat dari MSE dan PSNR yang dihasilkan dari pengujian.

Tabel 1 menunjukkan PSNR yang didapat dalam pengujian.

Tabel 4.1: Nilai PSNR pada stego-image

Cover Image	PSNR			
	K=3	K=4	K=5	K=6
Boat	48.7063	43.7019	42.036	36.8863
Jet	53.1439	48.3393	42.6149	36.5378
Lena	47.7057	43.3197	41.5601	35.7264
Baboon	48.9168	41.2433	40.6931	36.0106

Metode steganography tersebut digunakan pada citra grayscale 512x512 dengan format JPEG. Citra yang digunakan adalah Jet, Boat, Baboon, dan Lena. Dalam pengujian ini pesan dimasukkan kedalam K-LSB dengan K dari 3 hingga 6 sehingga

nantinya akan ditentukan nilai PSNR yang proporsional. Pesan yang dimasukkan mempunyai panjang dan karakter yang sama. Tabel 1 menunjukkan kualitas stego image berdasarkan PSNR. HVS (Human Visual System) atau sistem visual manusia tidak bisa mengenal atau membedakan perbedaan antara cover image grayscale dengan stego image grayscale yang mempunyai PSNR lebih dari 36 [12].

Seperti yang ditunjukkan pada tabel pada k sama dengan 3 dan 4 didapatkan nilai PSNR yang paling besar, ini menunjukkan bahwa citra dengan k sama dengan 3 dan 4 mempunyai kualitas visual yang paling tinggi. Hal ini terjadi karena bit signifikan terendah dari suatu piksel hanya berubah 3 dan 4 bit saja. Sehingga nilai piksel dan warna citra tidak berubah dengan signifikan.

Cover Image	PSNR							
	K=3		K=4		K=5		K=6	
	GADCT	DCT	GADCT	DCT	GADCT	DCT	GADCT	DCT
Boat	48.71	25.494	43.70	22.12	42.05	20.85	36.88	17.94
Jet	53.14	25.41	48.56	21.92	42.61	20.60	36.54	17.80
Lena	47.71	28.40	43.32	25.40	41.56	23.60	35.73	20.60
Baboon	48.92	26.21	42.55	23.11	40.69	21.55	36.01	18.33

Tabel diatas menunjukkan bahwa PSNR jauh lebih besar jika fungsi mapping dilakukan dengan GA. Hal ini terjadi karena GA membangkitkan seluruh kemungkinan fungsi mapping dan memilih fungsi mapping terbaik dan mendapatkan hasil PSNR yang paling tinggi. Sementara Hiding capacity yang didapat dari pengujian ditunjukkan pada tabel berikut.

Image	Hiding Capacity							
	K=3		K=4		K=5		K=6	
	Bit	%	bit	%	Bit	%	bit	%
Boat	348864	16,64%	465152	22,18%	581440	27,73%	697728	33,27%
Jet	77193	3,68%	102924	4,91%	128655	6,13%	154386	7,36%
Lena	127068	6,60%	169424	8,08%	211780	10,10%	254136	12,12%
Baboon	313497	14,95%	417996	19,93%	522495	24,91%	626994	29,90%

Tabel 4.4: PSNR dan Hiding Capacity dari Image

Image	PSNR							
	K=3		K=4		K=5		K=6	
	PSNR	Capacity	PSNR	Capacity	PSNR	Capacity	PSNR	Capacity
Boat	48.71	348864	43.70	465152	42.05	581440	36.88	697728
Jet	53.14	77193	48.56	102924	42.61	128655	36.54	154386
Lena	47.71	127068	43.32	169424	41.56	211780	35.73	254136
Baboon	48.92	313497	42.55	417996	40.69	522495	36.01	626994

Tabel diatas menunjukkan bahwa PSNR tidak menentukan besarnya hiding capacity begitu juga sebaliknya. Citra dievaluasi dari  $k=3$  hingga 6. Semakin kecil K kualitas citra semakin besar dilihat dari PSNR dan semakin kecil Hiding capacity. Sebaliknya, Jika K besar kualitas citra semakin kecil dan hiding capacity semakin besar. Hal ini sesuai dengan teori semakin kecil k didapatkan kualitas citra yang besar dan hiding capacity yang rendah [3].

#### 4.3 Perbandingan PSNR hasil pengujian dengan hasil paper penelitian sebelumnya

Perbandingan dilakukan dengan melakukan proses steganografi dengan metode DCT dan algoritma genetika. Berikut adalah hasil dari metode yang digunakan dalam pengujian dan hasil penelitian sebelumnya berdasarkan dengan paper [3].

Tabel 4.5: PSNR Stego-image pada hasil uji dan paper yang menjadi perbandingan

Image	PSNR							
	K=3		K=4		K=5		K=6	
	DCT	DWT	DCT	DWT	DCT	DWT	DCT	DWT
Boat	48.70	48.41	43.70	40.44	42.05	31.17	36.88	23.60
Jet	53.14	51.88	48.56	45.20	42.61	37.45	36.54	29.31
Lena	47.70	46.83	43.32	39.94	41.56	32.04	35.73	24.69
Baboon	48.92	47.32	42.55	40.34	40.69	32.79	36.01	32.79

Tabel diatas menunjukan hasil uji (GADCT ) lebih tinggi dibandingkan hasil paper [3]. Ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu, metode yang digunakan dalam pengujian adalah DCT sedangkan pada paper metode yang digunakan adalah DWT. Hal ini sesuai dengan teori bahwa metode DCT lebih baik dalam meningkatkan kualitas citra dibandingkan dengan DWT [16]. selain itu parameter yang digunakan juga berpengaruh pada hasil namun pengaruh parameter tidak merubah PSNR dengan signifikan.

## Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

1. Algoritma Genetika berhasil

diterapkan dalam optimasi kapasitas penyimpanan stego image. Algoritma genetika digunakan pada saat pemetaan bit pesan kedalam bit koefisien DCT.

2. Algoritma Genetika mampu mengoptimalkan fungsi pemetaan dan meningkatkan kualitas citra dilihat dari PSNR yang dihasilkan.
3. GA digunakan untuk mendapatkan fungsi mapping yang optimal untuk mengurangi error antara cover image dan stego image. OPAP digunakan untuk membantu meningkatkan hiding capacity.

4. PSNR yang di hasilkan pada pengujian tugas akhir ini lebih besar dibanding PSNR yang dihasilkan pengujian pada paper [2]. Metode yang digunakan dalam pengujian adalah metode DCT sedangkan metode yang dipakai dalam paper adalah metode DWT. Hal ini sesuai dengan teori bahwa metode DCT lebih baik dari metode DWT [16].
5. Parameter seperti jumlah iterasi, jumlah populasi, probabilitas crossover dan probabilitas mutasi juga berpengaruh pada hasil PSNR namun pengaruhnya tidak besar.

## Kesimpulan dan Saran

6.  $k=3$  mempunyai nilai PSNR yang paling besar dan Hiding capacity yang paling kecil sedangkan  $K=6$  mempunyai PSNR yang paling kecil dan hiding capacity yang paling besar. Dari hasil pengujian bisa disimpulkan bahwa besar PSNR tidak mempengaruhi hiding capacity.

## 5.2 Saran

1. Melakukan proses uji kapasitas penyimpanan stego-image dengan parameter Algoritma genetika yang berbeda.
2. Melakukan penelitian dengan evolution algorithm yang lain selain algoritma genetika.
3. Melakukan penelitian dengan metode transformasi yang lain selain DCT.

## Daftar Pustaka

- [1] N. Provos, P. Honeyman, "Hide and Seek: an introduction to steganography," IEEE Computer Society, pp. 32-44, Mei-Juni 2003
- [2] A.M. Fard, M.R Akbarzadeh and A. F Varasteh. "A New Genetic Algorithm Approach for Secure JPEG Steganography," International Conference on Engineering of Intelligence Systems, pp 1-6, 2006.
- [3] E. Ghaseni, J. Shanbehzadeh, N.Fassihi, "High Capacity Image Steganography using Wavelet Transform and Genetic Algorithm".
- [4] A.B. Watson, "Image Compression Using the Discrete Cosine Transform", NASA Ames Research Center, Mathematic Journal, 4(1), 1994, p. 81-88.
- [5] K.Cabeen, P.Gent, "Image Compression and The Discrete Cosine Transform", College of the Redwoods, Math 45.
- [6] Suyanto,ST,MSc. 2008. Soft Computing Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi.Bandung:informatika.
- [7] A. Mulyantini, "Analysis of Digital Image Steganography Using DCT (Discrete Cosine Transform) and

- AES Encryption",2012,Bandung :  
Institut Teknologi Telkom.
- [8] MathWorks. PSNR. [Online].  
Tersedia:  
<http://www.mathworks.com>  
[November 2015]
- [9] R.Krishna, G.Shruthi, "JPEG Encoder using Discrete Cosine Transform and Inverse Discrete Cosine Transform",IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering,2013,PP51-56
- [10] Gunadarma staff.  
Histogram Citra.  
amutiara:staff:gunadarma:ac:id=D  
ownloads=files=39978=Bab  
6H istogram + Citra:pdf  
[Agustus2016]
- [11] Yaghnaee Farzin, Mansour Jamzad "A New Method for Calculating Data Hiding Capacity of Gray Scale Images Based On Structural Pattern of Bitplanes"
- [12] El Safy, R.O, Zayed. H. H, El Dessouki. A, "An adaptive steganography technique based on integer wavelet transform," ICNM International Conference on Networking and Media Convergence, pp 111-117, 2009.
- [13] P. Chen, H. Lin, "A DWT Based Approach for Image Steganography." Inter-national Journal of Applied Science and Engineering,Vol. 4, No. 3, pp. 275-290, 2006.
- [14] Putra Darma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta. CV. ANDI OFF-SET.
- [15] Danang adhi Prasetya. 2014. Pengertian,contoh,serta perbedaan dari Krip-tografi dan Steganografi. [online]. Tersedia: <https://root-coder.blogspot.co.id>. [Agustus 2016]
- [16] Yun Q. Shi, Hyoung Joong Kim, Stefan Katzenbeisser. 2007. Digital Water-marking: 6th International Workshop, IWDW 2007. Guangzhou, China. [Online]. Tersedia: